

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-266754

(43)Date of publication of application : 02.11.1988

(51)Int.Cl.

H01J 37/28

G01N 23/04

H01J 37/20

H01J 37/244

H01L 21/66

// H01L 21/30

(21)Application number : 62-100084

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.04.1987

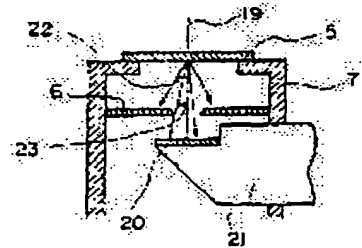
(72)Inventor : KOSHISHIBA HIROYA
FUSHIMI SATOSHI
NAKAGAWA YASUO

(54) PATTERN DETECTING DEVICE USING SCAN TRANSPARENT ELECTRON MICROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform an inspection at a high speed by detecting both the electrons scattered by a pattern and the electrons scattered by a substrate.

CONSTITUTION: An electron beam 19 from an electron gun scans on a mask 5 to be inspected with a deflecting coil group and enters and is scattered. When the beam is restricted to the optimum detection angle 23 with an injection orifice 6 and reaches on a scintillator 20, electrons are converted into the light and converted into the electric signal via a light guide 21. In this case, electrons are restricted with the orifice 6 so that the scattering angles 22, 23 on the scintillator 20 are made equal and set to about 5° W25° optimum to the accelerating voltage of electrons and the constitution of the mask 5, thus the detection contrast can be made maximum when detected by an electron beam detector. The angle 23 can be set to 5° W25°, i.e., about 101 rad larger than about 104 rad used in the past, the ratio of the detected electrons among the electrons radiated to the scintillator 20 is increased. An inspection can be thereby performed at a high speed.





(19)

(11) Publication number: **63266754 A**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **62100084**(51) Intl. Cl.: **H01J 37/28 G01N 23/04 H01J 37/20 H01J 37/244 H01L 21/66**(22) Application date: **24.04.87**

(30) Priority:

(43) Date of application publication: **02.11.88**

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: **HITACHI LTD**(72) Inventor: **KOSHISHIBA HIROYA
FUSHIMI SATOSHI
NAKAGAWA YASUO**

(74) Representative:

**(54) PATTERN DETECTING
DEVICE USING SCAN
TRANSPARENT ELECTRON
MICROSCOPE**

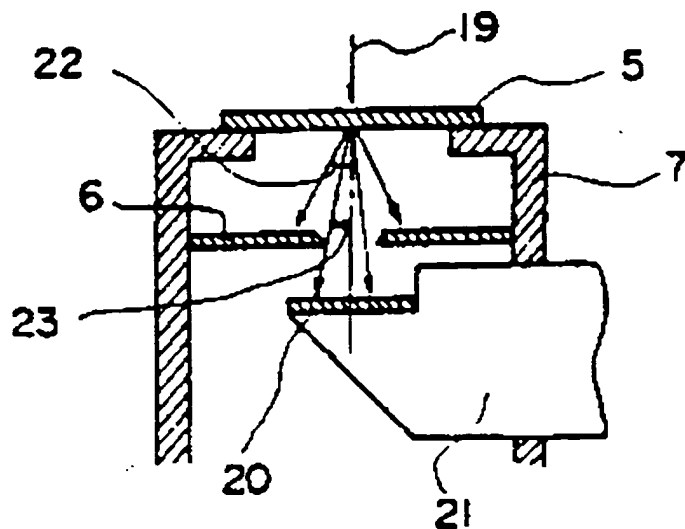
(57) Abstract:

PURPOSE: To perform an inspection at a high speed by detecting both the electrons scattered by a pattern and the electrons scattered by a substrate.

CONSTITUTION: An electron beam 19 from an electron gun scans on a mask 5 to be inspected with a deflecting coil group and enters and is scattered. When the beam is restricted to the optimum detection angle 23 with an injection orifice 6 and reaches on a scintillator 20, electrons are converted into the light and converted into the electric signal via a light guide 21. In this case, electrons are restricted with the orifice 6 so that the scattering angles 22, 23 on the scintillator 20 are made equal and set to about $5^{\circ}W25^{\circ}$ optimum to the accelerating voltage of electrons and the constitution of the mask 5, thus the detection contrast can be made maximum when

detected by an electron beam detector. The angle 23 can be set to 5° to 25° , i.e., about 101 rad larger than about 104 rad used in the past, the ratio of the detected electrons among the electrons radiated to the scintillator 20 is increased. An inspection can be thereby performed at a high speed.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio



⑫ 公開特許公報(A)

昭63-266754

⑤Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	④公開 昭和63年(1988)11月2日
H 01 J 37/28		A-7013-5C	
G 01 N 23/04		2122-2G	
H 01 J 37/20		D-7013-5C	
37/244		7013-5C	
H 01 L 21/66		J-6851-5F	
		C-6851-5F	
// H 01 L 21/30	3 0 1	V-7376-5F	審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

④発明の名称 走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置

②特 願 昭62-100084

②出 願 昭62(1987)4月24日

⑦発 明 者 越 柴 洋 哉 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑦発 明 者 伏 見 智 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑦発 明 者 中 川 泰 夫 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑦出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑦代 理 人 弁理士 秋本 正実

明 細 書

1. 発明の名称

走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置

2. 特許請求の範囲

1. 電子を発生し、加速する電子銃と、加速された電子線を集束させる収束レンズ群と、電子線を被検査物上で走査させる偏向手段と、被検査物を透過した電子線の内、被検査物のパターンで散乱した電子及び被検査物の基板で散乱した電子を検出して映像信号に変換する検出手段と、上記偏向手段の偏向信号に同期して上記検出手段からの上記映像信号を取り込み、被検査物のパターンを認識する認識手段とを備えたことを特徴とする走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置。
2. 上記検出手段は、特定の散乱角の電子のみを選択的に検出する選択手段を備えたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置。
3. 上記選択手段は、絞りによつて構成したこと

を特徴とする特許請求の範囲第2項記載の走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置。

4. 電子を発生し、加速する電子銃と、加速された電子線を集束させる収束レンズ群と、電子線を被検査物上で走査させる偏向手段と、被検査物を透過した電子線内、被検査物のパターンで散乱した電子及び被検査物の基板で散乱した電子を検出して映像信号に変換する検出手段と、上記偏向手段の偏向信号に同期して上記検出手段からの上記映像信号を取り込み、被検査物のパターンを認識する認識手段と、上記被検査物を搬置し、2次元的にステップ・アンド・レビートして移動できるように構成したXYステージと、基準パターンデータを記憶した記憶手段と、上記XYステージをステップ・アンド・レビートして移動させて停止させる毎に、上記認識手段で得られる偏向領域の基準パターンデータを上記記憶手段から読出して上記認識手段から得られる認識信号と比較して欠陥を検出する比較手段とを備えたことを特徴とする走査透過電

子顕微鏡によるパターン検出装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体素子などの製造のさいに使用されるマスクに形成された回路パターンとくにX線リソグラフィに使用されるマスクに形成された回路パターンの検査に好適な走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置に関する。

〔従来の技術〕

従来より微細な構造を検出する装置として走査透過電子顕微鏡(STEM)が使用されている。

STEMには、例えばマイクロビームアナリシス第199頁から第206頁において論じられているように、明視野像、暗視野像、Z-コントラスト法、元素像の結像法がある。

明視野像は、検出器の開き角を 10^{-4} rad程度とし散乱していない電子を検出するものである。基板より、パターンで電子は散乱されやすいため、パターンが暗く検出される。

暗視野像は、被検査物で散乱した電子のみを検

出する。子が被検査物内で散乱される場合において、被検査物のパターンを高コントラストに検出し、高速の外観検査を可能とする走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、被検査物を透過した電子を広範囲に検出する即ちパターンで散乱した電子および基板で散乱した電子を共に検出し、パターンで散乱した電子の散乱角分布と基板で散乱した電子の散乱角分布の違いでコントラストを得ることにより達成される。

〔作用〕

第5図にパターン及び基板における電子の散乱角分布を示す。電子は基板よりパターンで大きく散乱される。以下このパターンおよび基板における電子の散乱角分布の違いを利用してパターンを良好なコントラストで検出する方法を述べる。検出器で散乱角が $0 \sim \theta$ までの電子線を検出する(以下、検出角が θ と有り)ときその検出信号は散乱分布曲線を0から θ まで積分した値、即ちパ

ターンの検出信号は曲線OB'Aと直線OA'と直線AA'とで囲まれた面積となり、基板の検出信号は曲線OBAと直線OA'と直線AA'とで囲まれた面積となる。このときのコントラストは、基板の検出信号とパターンの検出信号との差即ち曲線OBAと曲線OB'Aとで囲まれた面積に相当する。

Z-コントラスト法は、散乱した電子と散乱されなかつた電子をそれぞれ別々に検出してその検出信号の比から原子番号に依存したコントラストを得るものである。パターンを構成する元素と基板を構成する元素のそれぞれの原子番号の比でコントラストが与えられる。

元素像は、電子が被検査物中で失なつたエネルギーの分布を検出するものである。特定のエネルギー損失値をもつ元素を検出できる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記のSTEMの結像法は、厚さが1 μ m程度以下の薄い被検査物に対しては、被検査物内で一部の電子は散乱され、一部の電子は散乱されないのて良好なコントラストを得るが、厚さが1 μ m程度以上の厚い被検査物に対しては、被検査物内で大部分の電子が散乱されるため良好なコントラストで像を得られないという問題があつた。

本発明の目的は、被検査物が厚く、大部分の電

子被検査物内で散乱される場合において、被検査物のパターンを高コントラストに検出し、高速の外観検査を可能とする走査透過電子顕微鏡によるパターン検出装置を提供することにある。

以上の結果から検出角が θ のときコントラストが最大となることがわかつた。故に散乱角が $0 \sim \theta$ の電子を検出することでパターンを良好なコントラストで検出できる。

次に検出角 θ の具体例を述べる。被検査物としてX線露光用マスクを考えたとき、モンテカルロ法による電子散乱シミュレーションより得たパターンと基板の散乱角分布を第4図に示す。シミュレーションは、入射電子の加速電圧を200KVとして、X線露光用マスクは2種について計算した。X線露光用マスクの断面を第3図に示す。X線を透過しやすい物質から成る基板24上に、X線を透過しにくい物質から成るパターン25を有し、場合によつてはパターン25を保護する目的で表面をボ

リイミドの薄膜26で覆っている。第4図のシミュレーションは基板が2 μ m厚のBNと3 μ m厚のポリイミドの複合膜であり、パターンが1 μ m厚のAuであるX線露光用マスク(以下BN系X線マスクと略す)および基板が2 μ m厚のSiNでありパターンが0.75 μ m厚のTaであるX線露光用マスク(以下SiN系X線マスクと略す)について、それぞれポリイミド保護膜厚を2 μ mと0.5 μ mとしたときについて行なつた。第4図から明らかなようにコントラストが最大となる検出角 θ は0.8rad程度であり、これは従来のSTEMの検出角に比べ格段に大きい。この検出角 θ は電子の加速電圧に依存し、加速電圧が高いと θ は小さくなり、低いと θ は大きくなる。

また、検出信号のSiNはコントラストの向上にともない改善され、本発明により従来に比較して10乃至100倍程度向上することを確認した。

【実施例】

以下、本発明の一実施例を示す第1図および第2図について説明する。

なるような最適検出角を得るために前記射出絞り6で制御限されこれを前記電子線検出器8で検出するとともに検出信号を得る。

前記試料台7は、前記XYステージ9上に固定され、上面に保持する前記被検査マスク5と、前記XYステージ9との間に前記射出絞り6および電子線検出器8を配置し、前記被検査マスク5を透過した電子が通過しうるように穴7aを形成している。

前記射出絞り6は通過する電子の散乱角を5°乃至25°以下に制限するため、射出絞り径を可変にするか、絞り径の異なる数種類を用意して交換可能にするかあるいは、上下方向に移動可能に形成されている。なお、前記射出絞り6を設けずに前記電子線検出器8の検出面の大きさあるいは検出面と、前記被検査マスク5との距離をコントロールして最適な検出角を得るようにすることも可能である。

前記電子線検出器8は、第2図に示すように、シンチレータ20と、ライドガイド21と、光電子増

第1図に示すように本発明によるパターン欠陥検査装置は電子銃1と、コンデンサレンズ群2と、対物レンズ3と、ビーム偏向コイル群4と、被検査マスク5と、試料台7と、射出絞り6と、電子線検出器8と、XYステージ9と、試料室10と、偏向制御装置11と、増幅器12と、設計データ読出装置13と、パターン発生器14と、比較回路15と、欠陥判定回路16と、XYステージ制御装置17と、タイミング制御装置18とから構成されている。

前記電子銃1から発生する電子線19はコンデンサ群2および対物レンズ3によつて被検査マスク5上にスポット状に収束される。この場合の電子の加速電圧は被検査マスク5を透過しうるのに十分な程高く、かつスポット径は検出しようとする欠陥の大きさと同等かそれ以下になるように設定されている。

また前記電子線19は偏向制御装置11により駆動される偏向コイル群4により前記被検査マスク5上を2次元に走査され、前記被検査マスク5を透過した電子は、検出信号のコントラストが最大と

幅管(図示せず)とを有し、前記電子線19が前記被検査マスク5に入射して散乱し、前記射出絞り6で規定される検出角23以下に制限された散乱角22でシンチレータ20に達したとき、電子を光に変換し、ライドガイド21を伝つて前記光電子増幅管で電気信号に変換されるように形成されているが、これに限定されるものでなく、たとえば放射線を検出する半導体検出器などを使用するも可能である。

また前記検出角23は、電子の加速電圧、被検査マスク5の構成により検出コントラストが最大になる最大値は異なるが、5°乃至25°程度が最適である。

前記増幅器12は前記電子線検出器8からの電子信号を適切なレベルに増幅して前記比較回路15に出力するように形成されている。

前記比較回路15は、記憶手段13から基準パターンデータが読み出すと共にパターン発生器14から発生する基準パターン信号のデータ取得時の位置合せ誤差を前記増幅器12からの認識信号と位置合

せ行なりとともに両者の画の不一致部分を出力するように形成されている。この場合、前記増幅器12からの認識信号と前記パターン発生器14からの基準パターンデータとを比較する方法は、2値画像比較および濃淡画像比較などが使用される。

前記欠陥判定回路16は、前記比較回路15からの不一致信号のうち、不一致部分が許容値以上の大きさのもののみを検出して欠陥と判定するように形成されている。

前記タイミング制御装置18はXYステージ制御装置17を作動させて前記XYステージ9をある間隔移動させて停止させる毎にタイミング信号を発生し、偏向制御装置11を作動させて前記射出絞り6から前記被検査マスク5に入射する電子線の非常に狭い範囲に亘つての走査と、前記記憶手段13からの基準パターンデータの読出及び前記パターン発生器14からの基準パターン信号の発生とを同期させ、常に実際に検出しているマスクパターンと、これに対応する欠陥のないマスクパターンとの位置合せおよび画像の不一致部分の検出を行い

るように形成されている。

前記XYステージ制御装置17は、前記電子線が前記被検査マスク5上の偏向可能な領域(約0.1~0.2mm程度)の検査を終了したとき、前記タイミング制御装置18の指令により前記XYステージ9を駆動して前記被検査マスク5をその偏向領域に隣接した位置まで所定の間隔(約0.1~0.2mm程度)で移行させて停止させる。このように偏向領域毎比較手段で認識信号と基準パターンデータとを比較し、XYテーブルのステップアンドドリフトを繰返し、前記被検査マスク5の全面を検査する。

本発明によるパターン欠陥検査装置は、前記の如く構成されているから、つぎにその動作について説明する。

電子銃1からの電子線19は、コンデンサ群2および対物レンズ3によつて被検査マスク5上にスポット状に収束されるが、このとき、偏向制御装置11により駆動される偏向コイル群4により電子線19が被検査マスク5上に走査されながら入射して散乱し、射出絞り6により最適検出角23に制限

されて電子線検出器8のシンチレータ20上に達すると、電子が光に変換し、ライドガイド21を伝つて光電子増幅管で光が電気信号に変換される。

この場合、前記被検査マスク5から前記電子線検出器8のシンチレータ20上に散乱する散乱角22および前記シンチレータ20で検出する検出角23を同一し、かつその角度を電子の加速電圧および被検査マスク5の構成に最適な5乃至25°程度になるように前記射出絞り6によつて制限されているので、前記電子線検出器8で電子を検出するさい、検出コントラストを最大にすることができ、かつ前記シンチレータ20の最適検出角23を従来の最適検出角 10^{-1} rad程度に比較して桁違いに大きい5乃至25°程度すなわち 10^{-1} rad程度にすることができるので、前記シンチレータ20に照射した電子のうち、検出する電子の割合を増加することができる。

したがつて、前記電子線検出器8からの電気信号のS/N比を従来に比較して10乃至100倍程度まで改善することができ、これによつて前記電子

線検出器8の検出速度を高速化することができる。

このように検出速度を高速化された前記電子線検出器8からの電気信号は、増幅器12で適当なレベルに増幅されて比較回路15に出力される。

一方、タイミング制御装置18からの指令により設計データ読出装置13から読出したマスク設計データをもとにパターン発生器14から欠陥のないパターン信号を前記増幅器12からの電気信号と同期して前記比較回路15に出力する。比較回路15は、前記の両信号の位置合せを行なりとともに両者の画像の不一致部分の信号を欠陥判定回路16に出力すると、欠陥判定回路16は前記比較回路からの不一致信号のうち許容値以上の不一致信号のみを検出して欠陥と判定する。

しかるのち、前記電子線が前記被検査マスク5上を走査しうる領域のパターンの検査を終了すると、前記タイミング制御装置18の指令によりXYステージ制御装置17が駆動し、前記XYステージ9が前記被検査マスク5をその未検査領域まで走査し、以下前記の動作を繰返して前記被検査マ

ク5の全面を検査する。

【発明の効果】

本発明によれば、X線露光用マスクの回路パターン検査等において高コントラストでパターンの検出を行なうことができ、かつ検出信号のS/N比を格段(10乃至100倍程度)に向上することができるので、パターン検査を高速化することができる。

4. 図面の簡単な説明

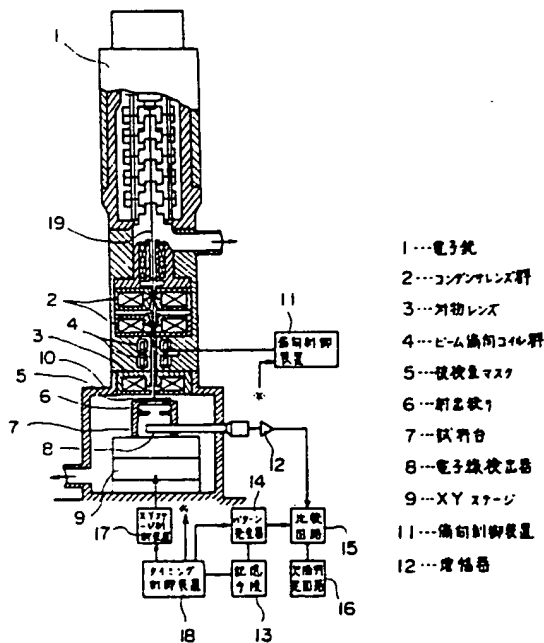
第1図は本発明の一実施例であるパターン欠陥検査装置の要部断面図、第2図は第1図に示す電子線検出器の拡大断面図、第3図はX線露光用マスクの断面図、第4図(a)乃至(d)はX線露光用マスクの電子線散乱分布図、第5図は検出コントラストが最大となる最大検出角の説明図である。

1…電子銃、2…コンデンサレンズ群、3…対物レンズ、4…ビーム偏向コイル群、5…被検査マスク、6…射出絞り、7…試料台、8…電子線検出器、9…XYステージ、10…試料室、11…偏向制御装置、12…増幅器、13…設計データ読出装置、14…パターン発生器、15…比較回路、16…欠陥判定回路、17…XYステージ制御装置、18…タイミング制御装置、19…電子線。

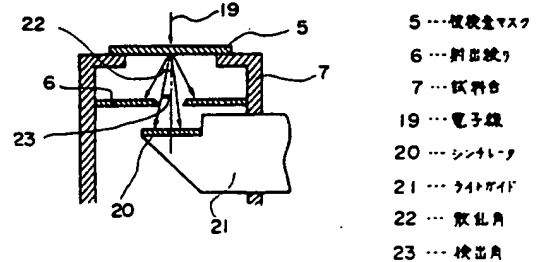
20…シンチレータ、21…ライトガイド、22…散乱角、23…検出角。

代理人 弁理士 秋 本 正 実

第 1 図



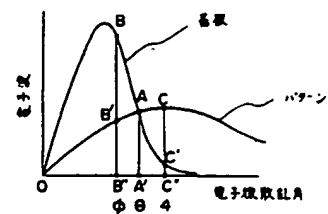
第 2 図



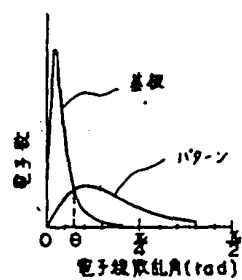
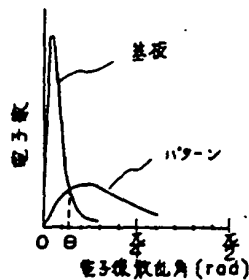
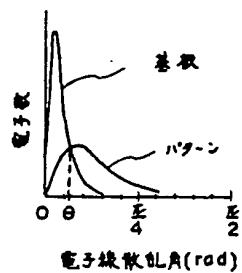
第 3 図



第 5 図



第 4 図

(a) BN系X線マスク
(ポリイミド保護膜 2 μm)(b) BN系X線マスク
(ポリイミド保護膜 0.5 μm)(c) SiN系X線マスク
(ポリイミド保護膜 2 μm)(d) SiN系X線マスク
(ポリイミド保護膜 0.5 μm)